

PENENTUAN MASA PEMATANGAN OPTIMUM ADUNAN GETAH ASLI/GETAH ASLI TEREPOKSID

Azman Hassan, Shahrir Hashtin dan You Soon Ktn

Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli
Universiti Teknologi Malaysia
Jalan Semarak
54100 Kuala Lumpur

ABSTRAK

Pengadunan telah menjadi suatu teknik yang penting dalam menghasilkan bahan-bahan polimer baru yang mempunyai ciri-ciri yang lebih baik. Untuk tujuan itu, suatu kajian telah dilakukan dengan mengadun Getah Asli dengan Getah Asli Terepoksid. Di dalam proses pemvulkanan getah, nilai masa pematangan optimum adalah penting. Di dalam kajian ini, alat meterlikat Mooney telah digunakan untuk menentukan masa pematangan optima adunan. Keputusan menunjukkan sampel teradun mempunyai nilai masa pematangan optima yang lebih singkat berbanding dengan sampel Getah Asli dan Getah Asli Terepoksid yang tidak diadun. Pengujian ke atas kekuatan mekanik vulkanizat dilakukan untuk mendapatkan nilai masa pematangan optimum untuk dibandingkan dengan keputusan dari alat meterlikat Mooney. Keputusan menunjukkan terdapat persamaan yang baik diantara nilai dari kedua-dua teknik tersebut.

ABSTRACT

Blending has become as an important technique to produce new polymeric materials with better properties. A study on the blending of Natural Rubber and Epoxidised Natural Rubber was done for this purpose. In vulcanization process of rubber, the optimum cure time are very important. In this study, the optimum vulcanization time values was determined using a Mooney viscometer. The result from the study showed the blend samples have a shorter optimum vulcanization time compared to the unblend Natural Rubber and Epoxidised Natural Rubber. Mechanical strength test on the vulcanizate was done to determine the optimum vulcanization time and was compared with the results from the Mooney viscometer. The result showed some similarities between the values obtained using both techniques.

PENGENALAN

Polimer teradun telah digunakan secara meluas di dalam banyak bidang (Williams, 1989). Teknik ini makin digemari dalam penghasilan polimer baru kerana ia lebih senang dan lebih murah berbanding dengan teknik-teknik lain seperti sintesis dan pengkolimeran. Dalam industri pembuatan tayar misalnya, pengadunan getah penting untuk menghasilkan tayar yang lebih baik sifatnya. Banyak laporan telah diterbitkan berkenaan perkembangan penyelidikan pengadunan getah (Nasir dan Ratnam, 1989; Baker et al., 1974; Nasir dan Choo, 1989).

Suatu projek penyelidikan untuk menghasilkan getah Asli Terubahsuai dengan cara mengadun Getah Asli dengan Getah Asli Terepoksid telah dilakukan. Bahan yang dihasilkan dijangka dapat

menggabungkan kebaikan-kebaikan yang ada pada kedua-dua jenis getah itu. Getah Asli mempunyai banyak sifat-sifat yang istimewa, antaranya ialah sifat kekuatan mekanik yang baik (Subramaniam, 1987). Bagaimanapun, Getah Asli mempunyai beberapa kekurangan seperti kebolehtelapan udara yang tinggi dan rintangan yang rendah kepada pengampulan minyak (Gelling, 1989).

Getah Asli menghadapi saingan yang kuat daripada industri getah tiruan seperti Getah Stirena Butadin dan Nitril. Penggunaan Getah Asli di pasaran dunia hanyalah 34% daripada penggunaan getah seluruhnya (Gelling 1989). Daripada penyelidikan-penyelidikan yang telah dijalankan itu beberapa jenis getah asli terubahsuai telah berjaya dihasilkan dan diantaranya ialah Getah Asli Terepoksid (ENR) yang mana dapat menandingi beberapa sifat getah tiruan (Baker, 1988).

Getah Asli Terepoksid dihasilkan melalui tindakbalas getah asli dengan perasid dalam keadaan terkawal (Gelling, 1989). Sifat-sifat fizikal Getah Asli berubah dengan menggunakan kaedah ini dan perubahan tersebut adalah mengikut kadar tahap epoksidasi. Pada 25 mol% epoksidasi (ENR-25), sifat rintangan kepada ampulan minyak menjadi setanding dengan Getah Nitril, getah sintetik yang terkenal dengan sifat tersebut. Begitu juga dalam sifat kebolehtelapan udara, di mana pada 50 mol% epoksidasi (ENR-50) kebalkannya menyamai Getah Butil.

Bagaimanapun, kadar epoksid yang agak tinggi akan meningkatkan kos pengeluaran dan juga boleh mengurangkan sifat-sifat asal Getah Asli yang istimewa seperti ketahanan penuaan, ketahanan lesu dan kekuatan stat.

Kertas kerja ini melaporkan keputusan kajian awal projek penyelidikan tersebut iaitu: a) penentuan masa pematangan optima adunan getah asli/getah asli terepoksid menggunakan alat meterliat Mooney. Penentuan ini penting kerana masa pematangan optima pada sesuatu suhu perlu diketahui kerana maklumat tersebut akan digunakan dalam proses pemvulkanan dan b) membuat perbandingan nilai tersebut yang diperolehi daripada alat meterliat Mooney dengan nilai daripada ujian kekuatan sifat-sifat mekanik vulkanizat.

BAHAN DAN KAEDAH

Getah Asli Terepoksid yang digunakan ialah ENR-50 yang diperolehi daripada Kumpulan Guthrie Malaysia Berhad. Getah Asli yang digunakan ialah SMR-CV yang dibekalkan oleh Institut Penyelidikan Getah Malaysia. Bahan-bahan campuran untuk sebatian Getah diperolehi daripada beberapa pembekal tempatan.

Formulasi yang digunakan dalam sebatian getah ditunjukkan dalam Jadual 1 dan komposisi adunan getah dalam Jadual 2 dan 3. Alat yang digunakan dalam penyediaan sampel adalah seperti berikut:-

1. Mesin dua penguling (two roll-mill) model Labortex.
2. Penekan panas (Hot Press) model Moore.
3. Alat Pengujian Kekerasan model Shimadzu.
4. Alat Pengujian Regangan model Lloyds.
5. Alat Pengukur Likat Mooney model Shimadzu.

Jadual 1: Formulasi untuk sebatian adunan ENR-50/SMR-CV

| Bahan | Berat (g) |
|-----------------|-----------|
| Getah | 100.00 |
| Karbon Black | 50.00 |
| Zink Oksida | 5.00 |
| Asid Stearik | 2.00 |
| Kalsium Stearik | 5.00 |
| Permanax TQ | 1.50 |
| Antilux | 3.00 |
| Santoflex 13 | 1.50 |
| Sulfur | 1.50 |
| MOR | 1.50 |

Jadual 2: Komposisi adunan untuk ujian pada suhu 130°C dan 140°C

| Nombor sampel | Komposisi Adunan |
|---------------|---------------------|
| 1 | 100% ENR-50 |
| 2 | 100% ENR-50 |
| 3 | ENR-50/SMR-CV (1:1) |

Jadual 3: Komposisi adunan untuk ujian pada suhu 150°C

| Nombor Sampel | Komposisi ENR-50 Dalam Adunan (%) |
|---------------|-----------------------------------|
| 1 | 100 |
| 2 | 80 |
| 3 | 60 |
| 4 | 40 |
| 5 | 20 |
| 6 | 0 |

Pengadunan dilakukan menggunakan mesin pengguling berdua pada suhu 90°C selama 20 minit. Masa pematangan optima dan nilai kelikatan minima ditentukan menggunakan alat meterliat Mooney pada suhu 130°, 140° dan 150°C. Sampel adunan getah ENR-50/SMR-CV(1:1) kemudiannya divulkan menggunakan alat penekan haba pada suhu 140°C untuk jangka masa berlainan (10 minit, 15 minit, 20 minit, 25 minit dan masa pematangan optima yang diperolehi daripada alat meterliat Mooney.

Sifat-sifat regangan regangan vulkanizat ditentukan menggunakan alat pengujian regangan mengikut kaedah piawaian ASTM D412. Sifat-sifat kekerasan diukur mengikut kaedah piawaian ASTM D1415.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Jadual 4 dan 5 melaporkan kajian ke atas ciri-ciri pematangan untuk sampel adunan getah ENR-50/SMR-CV (1:1) mempunyai masa pematangan optima yang paling singkat, diikuti oleh sampel ENR-50 dan seterusnya sampel SMR-CV. Jadual 4 juga melaporkan tahap kelikatan minima pada suhu 130°C dimana sampel ENR-50 mempunyai nilai kelikatan yang paling rendah, diikuti oleh sampel adunan getah ENR-50/SMR-CV(1:1) dan seterusnya sampel SMR-CV. Trend yang sama juga berlaku untuk suhu 140°C (Jadual 5). Masa pematangan optimum pada suhu 140°C lebih singkat berbanding dengan suhu 130°C. Ini kerana suhu yang lebih tinggi akan memberikan tenaga yang lebih serta mempercepatkan proses pematangan. Tahap kelikatan minimum pada suhu 140°C seperti yang dijangkakan lebih rendah berbanding dengan nilai pada suhu 130°C.

Jadual 6 melaporkan kajian kesan komposisi ke atas masa pematangan optimum yang dilakukan pada suhu 150°C. Keputusan menunjukkan masa pematangan optima lebih singkat untuk sampel getah teradun berbanding dengan masa sampel SMR-CV dan ENR-50 yang tidak diadun. Ini bersamaan dengan trend keputusan ulikaji pada suhu 130°C dan 140°C. Masa pematangan optima menurun dengan meningkatnya kandungan ENR-50 dan mencapai nilai minima pada sampel adunan ENR-50/SMR-CV(3:2). Bagaimanapun, masa pematangan optima meningkat kembali untuk sampel adunan ENR-50/SMR-CV(4:1).

Laporan keputusan ujian regangan ditunjukkan dalam Jadual 7. Nilai kekuatan regangan muktamad meningkat dengan meningkatnya masa pemvulkanan sehingga mencapai nilai kemuncaknya pada masa pemvulkanan 18 minit (iaitu masa pematangan optima yang diperolehi daripada alat meterliat Mooney). Selepas itu nilainya menurun kembali. Keputusan ujian kekerasan (Jadual 8) menunjukkan trend yang sama seperti kekuatan regangan muktamad. Hubungan diantara nilai kekuatan modulus dengan masa pemvulkanan ditunjukkan dalam Jadual 9. Nilai modulus meningkat dengan meningkatnya masa pemvulkanan dimana sampel yang divulkan selama 25 minit mempunyai nilai tertinggi. Nilai pemanjangan semasa putus juga meningkat dengan meningkatnya masa pemvulkanan sehingga

Jadual 4: Masa pematangan optimum dan nilai kelikatan Mooney minimum pada suhu 130°C

| Sampel Getah | Masa Pematangan Optimum (Minit) | Nilai Kelikatan Mooney Minimum (Unit Mooney) |
|---------------------|---------------------------------|--|
| 100% ENR-50 | 35.92 | 27.6 |
| 100% SMR-CV | 34.58 | 51.1 |
| ENR-50/SMR-CV (1:1) | 23.75 | 45.5 |

Jadual 5: Masa pematangan optimum dan nilai kelikatan Mooney minimum pada suhu 140°C

| Sampel Getah | Masa Pematangan Optimum (Minit) | Nilai Kelikatan Mooney Minimum (Unit Mooney) |
|---------------------|---------------------------------|--|
| 100% ENR-50 | 21.65 | 26.3 |
| 100% SMR-CV | 22.51 | 50.1 |
| ENR-50/SMR-CV (1:1) | 18.00 | 42.5 |

Jadual 6: Kesan komposisi adunan ke atas masa pematangan optimum dan nilai kelikatan minimum pada suhu 150°C

| ENR-50 (%) | Masa Pematangan Optimum (Minit) | Nilai Kelikatan Mooney Minimum (Unit Mooney) |
|------------|---------------------------------|--|
| 100 | 12.37 | 26.2 |
| 80 | 9.65 | 41.9 |
| 60 | 8.84 | 42.1 |
| 40 | 9.51 | 39.8 |
| 20 | 11.50 | 47.0 |
| 0 | 19.48 | 23.0 |

Jadual 7: Kesan masa pemvulkanan ke atas kekuatan regangan muktamad

| Masa Pemvulkanan (minit) | Kekuatan Regangan Muktamad (N/mm) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 10 | 23.49 |
| 15 | 25.76 |
| 18 | 27.42 |
| 20 | 27.06 |
| 25 | 25.71 |

mencapai nilai tertingginya pada sampel yang divulkan selama 20 minit (Jadual 10). Selepas masa tersebut, nilainya menurun kembali. Perbandingan diantara nilai sampel yang mengalami pemvulkanan selama 20 minit dengan sampel yang divulkan selama

Jadual 8: Kesan masa pemvulkanan ke atas sifat-sifat kekerasan.

| Masa Pemvulkanan (minit) | Kekerasan (Shore A) |
|--------------------------|---------------------|
| 10 | 75.8 |
| 15 | 81.3 |
| 18 | 81.6 |
| 20 | 81.8 |
| 25 | 80.9 |

Jadual 9: Kesan masa pemvulkanan ke atas Modulus

| Masa Pemvulkanan (minit) | Modulus pada 300% N/mm ² |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 10 | 9.64 |
| 15 | 9.92 |
| 18 | 9.98 |
| 20 | 10.08 |
| 25 | 10.24 |

Jadual 10: Kesan masa pemvulkanan ke atas pemanjangan semasa putus

| Masa Pemvulkanan | Pemanjangan Semasa Putus |
|------------------|--------------------------|
| 10 | 524 |
| 15 | 532 |
| 18 | 550 |
| 20 | 555 |
| 25 | 520 |

18 minit tidak menunjukkan perbezaan yang besar (5 peratus).

Secara keseluruhannya keputusan daripada ujian mekanik menunjukkan terdapat persamaan diantara masa pematangan optimum daripada ujian kekuatan sifat-sifat mekanik dengan masa menggunakan alat meterliat Mooney. Nilai maksima kekuatan regangan mukatamad dan kekerasan berlaku untuk sampel yang divulkan selama 18 minit (masa pematangan optima menggunakan alat meterliat Mooney). Untuk pemanjangan semasa putus pula, nilai untuk sampel yang mempunyai nilai tertinggi (sampel pemvulkanan selama 20 minit) tidak jauh berbeza dengan nilai untuk sampel yang divulkan selama 17 minit. Hanya sifat modulus tidak menunjukkan trend yang sama sebagaimana sifat-sifat mekanik yang lain.

KESIMPULAN

Kajian awal daripada penyelidikan ini telah menunjukkan bahawa masa pematangan

optimum yang diperolehi menunjukkan adunan ENR-50/SMR-SV mempunyai masa pematangan optimum yang lebih singkat berbanding dengan getah ENR-50 dan SMR-CV yang tidak diadun. Peningkatan suhu didapati boleh memendekkan masa pematangan optimum. Satu perhubungan yang baik diantara masa pematangan optimum yang diperolehi daripada alat meterliat Mooney dengan sifat-sifat kekuatan mekanik vulkanizat terutamanya kekuatan regangan mukatamad dan kekerasan.

RUJUKAN

- Baker, C. S. L., 1988. Modified Natural Rubber. In *Handbook of Elastomers - New Developments And Technology*. Bhowmick, A. K. dan Stephens, H. L. (Eds). Marcel Dekker, New York, hlm. 31-71.
- Baker, C. S. L., Hallam, W. G., dan smith, I. F., 1974. Natural and synthetic rubber blends - Part 2: Natural and Nitrile Rubber Blends. *NR Technology*, 5 : 29 - 43.
- Gelling, I. R., 1989. Thermoplastics and Natural Rubber Meet Strenght Demands. *Elastometrics*, Jun, hlm. 34 - 38.
- Mukhipadhyaya, S., Chaki, T. K., dan De, S. K., 1990. Selfvulcanizable Rubber Blend System Based on Epoxidized Natural Rubber and Hyplon. *Journal of Polymer Science: Part C: Polymer Letters*, 28 : 25 - 30.
- Nasir, Z. A. dan Choo, C. H., 1989. Cure Character and Mechanical Properties of Carbon Black Filled Styrene-Butadiene Rubber and Epoxidized Natural Rubber Blends. *European Polymer Letters*, 28(4) : 355-359.
- Nasir, Z. A. dan Ratnam, C. T. 1989. Internal Mixer Studies of Polyvinyl Chloride/Epoxidized Natural Rubber Blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 38 : 1219-1227.
- Subramaniam, A. 1987. Natural Rubber. In *Rubber Technology*. Morton, M. (Ed.) Van Nostrand Reinhold, New York, hlm. 179-208.
- Williams, D. R. G., 1989. Mechanical Behaviour of Amorphous and Semicrystalline Polymers. In *Polymer Updata: Science and Engineering*. Cook, W. D. dan Guise, G. B. (Eds.). Royal Australian Chemical Institute, Australia. hlm. 219-269.